



### **III-178 – PROPOSTA DE DIMENSIONAMENTO DE UMA ÁREA DE TRANSBORDO E TRIAGEM, ACOPLADO POR UMA UNIDADE DE COMPOSTAGEM, PARA A CIDADE UNIVERSITÁRIA PROF JOSÉ DA SILVEIRA NETO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA**

**Gabriel Hiromite Yoshino<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

**Paulo Fernando Norat Carneiro**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Especialista em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

**Roberto dos Santos Correa**

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

**Renatta Santos Serafim Cardoso**

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Cidade Nova VI, WE 74, Nº 931 - Ananindeua - PA - CEP: 67140-150 - Brasil - Tel: (91) 9187-8243 - e-mail: gabrielyoshino@yahoo.com.br

#### **RESUMO**

A questão da destinação final dos resíduos sólidos tem sido um dos grandes problemas enfrentados pelo homem, nestes últimos séculos. Com a Revolução Industrial ocorrido no século XVIII, na Inglaterra, ocorreu um crescimento acelerado das cidades, conseqüentemente houve o aumento da concentração de pessoas em um determinado local, aumentando os impactos ambientais causados por suas atividades. Percebe-se que quanto mais desenvolvido for o País, mais consumista é sua população, assim a geração de resíduos tem aumentado de forma surpreendente, e devido ao avanço tecnológico, mais diversificado fica a composição dos resíduos sólidos produzidos pela população. Se esses resíduos não forem dispostos de forma adequada, eles irão contaminar a água, o solo e o ar, além de servirem de abrigo e fonte de alimento para alguns animais transmissores de doenças (Ex: ratos, baratas, moscas e etc.). Nos países em desenvolvimento mais de 50% dos resíduos gerados é composta por matéria orgânica, esta quando disposta em aterros ou lixões acaba gerando um líquido de cor escura de grande potencial poluidor denominado de chorume. Na Universidade Federal do Pará foi feita a gravimetria dos resíduos e constatou-se que 50,60% era composta de matéria orgânica, devido a essa grande quantidade de matéria orgânica propôs-se dimensionar uma área de transbordo e triagem, acoplado por uma unidade de compostagem, assim a matéria orgânica estabilizada no processo de compostagem seria utilizado como condicionador do solo, nas diversas áreas verdes existentes na Cidade Universitária Prof. José da Silveira Neto da Universidade Federal do Pará (UFPA).

**PALAVRAS-CHAVE:** Matéria Orgânica, Compostagem, Universidade Federal do Pará.

#### **INTRODUÇÃO**

Dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) indicam que, em número de municípios, 63,9% utilizam lixões, e 32,2%, aterros adequados (13,8% sanitários, 18,4% aterros controlados), sendo que 5% não informaram para onde vão seus resíduos. Em 1989, a PNSB mostrava que o percentual de municípios que vazavam seus resíduos de forma adequada era de apenas 10,7% (IBGE, 2002).

Os resíduos sólidos produzidos por uma comunidade constituem-se normalmente da mistura heterogênea dos seguintes resíduos:

- restos de alimentos provenientes da manipulação e preparação, frutas e vegetais produzidos pelo homem (garbage);
- Ciscos (rubbish) compostos por panos, metais, vidros e varreduras;
- Cinzas resultantes da combustão de madeira, carvão e outros materiais combustíveis;



- Resíduos de Construção e Demolição (RCD);
- Cadáveres de animais de pequeno e médio porte;
- Excrementos humanos e de animais, provenientes da limpeza geral.

Normalmente, sua composição varia com o grau de desenvolvimento das comunidades, nas menos desenvolvidas, a geração de matéria orgânica é bem elevada, enquanto que nas sociedades mais desenvolvidas, há maior geração de outros tipos de materiais.

A composição e quantidade de resíduos sólidos gerados variam em função de vários fatores, destacando-se:

- Hábitos e costumes da população;
- Número de habitantes;
- Área relativa de produção;
- Nível de educação da população;
- Poder aquisitivo da população;
- Condições climáticas;
- Variações sazonais;
- Tempo de coleta;
- Eficiência da coleta;
- Tipo de equipamento da coleta;
- Disciplina e controle dos pontos produtores;
- Leis e regulamentações específicas.

Os resíduos sólidos por sua composição variada, podem conter agentes biológicos patogênicos ou resíduos tóxicos, os quais direta ou indiretamente podem atingir o homem, produzindo danos a sua saúde.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 10.004/2004, lixo ou resíduos sólidos são “resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível”.

A problemática dos resíduos sólidos envolve várias questões, basicamente as duas principais são: a ausência de uma política de gestão por parte do poder público e o crescente aumento na produção dos resíduos sólidos pela sociedade.

No estado do Pará, os estudos vêm se desenvolvendo há algum tempo em pesquisas, orientações de trabalhos científicos e prestações de serviços realizados pelo Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA), hoje Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental (FAESA) do Instituto de Tecnologia (ITEC) da Universidade Federal do Pará (UFPA), orientados pelo Prof. Paulo Fernando Norat Carneiro nos municípios de Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Bárbara do Pará, Santa Izabel do Pará, Castanhal,



Augusto Correa, Capitão Poço, Rio Maria, Curuçá, dentre outros. Em alguns desses municípios, os levantamentos já foram realizados mais de uma vez, na tentativa de formar um banco de dados.

Quando classificamos quanto ao risco de contaminação, segundo a ABNT NBR 10.004/2004, os resíduos sólidos podem ser classificados em:

a) Resíduos classe I – Perigosos: são aqueles que apresentam periculosidade ou uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e/ou patogenicidade.

b) Resíduos classe II – Não perigosos: subdivide-se em:

- resíduos classe II A – Não inertes: aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I – perigosos ou de resíduos classe II B – inertes. Podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

- resíduos classe II B – Inertes: quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10.007/2004, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme a ABNT NBR 10.006/2004, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Os tratamentos são agrupados de acordo com o princípio fundamental dos mesmos. Os térmicos exigem elevadas temperaturas com a presença ou não de oxigênio livre, os biológicos necessitam de microorganismos aeróbios ou anaeróbios e o destino final que é o local de colocação dos resíduos últimos.

#### 1. Tratamento térmico

Podem ser dos seguintes tipos:

##### a) Incineração

É a queima de materiais em alta temperatura (200°C a 1200°C) em mistura com uma quantidade de ar adequada durante um determinado intervalo de tempo. No caso específico dos resíduos sólidos, os compostos orgânicos são reduzidos a seus constituintes minerais, principalmente, dióxido de carbono gasoso (CO<sub>2</sub>) e vapor de água e cinzas (LIMA, 2005).

Na figura 1 é mostrado um incinerador.



**Figura 1 – Incinerador.**

**Fonte: Luftech Soluções Ambientais, 2008.**

Construído em chapas de aço carbono, reforçado externamente por cantoneiras e revestido internamente por camadas de isolante térmico e refratário à base de alumínio, o que lhe confere alta resistência à temperatura e a determinados agentes químicos. A grelha (onde se deposita o material a ser incinerado) é fabricada de forma a conferir-lhe boa resistência ao calor e aos agentes corrosivos. Os ventiladores garantem pressão constante a fluxos de volumes diferentes, sendo acionados por motores elétricos de 220/380 volts. (LUFHTECH, 2008).

A alimentação do incinerador pode ser manual ou semi-automática. A vazão dos resíduos depende do poder calorífico e do peso específico do material. A câmara de alimentação é composta de duas comportas, evitando-se, desta forma, a fuga dos gases da câmara geradora. Através de um sistema especial, a eclusa é lavada com ar antes da abertura da tampa superior, permitindo a eliminação dos gases que se encontram na mesma, protegendo a saúde do operador. (LUFTECH, 2008).

A incineração é uma alternativa indicada para o caso de grande quantidade de resíduos sépticos e/ou perigosos ou quando existem grandes distâncias a serem percorridas entre a coleta e a disposição final, os resíduos sólidos são ricos em materiais secos combustíveis. Outra circunstância que recomenda a incineração é a dificuldade de encontrar áreas para aterro. Um grande inconveniente deste processo é a liberação de gases tóxicos que precisam ser tratados. Além disto, as cinzas e demais materiais remanescentes do processo de incineração precisam ser convenientemente dispostos.

#### b) Pirólise

A pirólise pode ser genericamente definida como um processo de decomposição química por calor na ausência de oxigênio. Através da pirólise a matéria orgânica pode ser convertida em diversos sub-produtos e o material pirolisado pode ser dividido em três grupos:

- gases, compostos por hidrogênio, metano e monóxido de carbono;
- combustível líquido, compostos por hidrocarbonetos, álcoois e ácidos e ácidos orgânicos de elevada densidade e baixo teor de enxofre;
- um resíduo sólido, constituído por carbono quase puro (char) e ainda, por vidros, metais e outros materiais inertes (escória) (MANTELL, 1975).



Teoricamente, a pirólise possui as vantagens da incineração mais o potencial de controlar quase todos os gases emitidos. Na prática, a pirólise apresenta vários problemas. Se os resíduos se encharcarem de águas, grandes quantidades de calor são necessárias para secar os resíduos antes que a pirólise possa ser feita com eficiência. Os materiais precisam ser finalmente triturados para que o calor penetre por igual, e o aquecimento pode ser um processo demorado. Além disso, algumas unidades se mostraram sensíveis a mudanças repentinas na composição do material que entra. Todas exigem operários qualificados, experientes (ALFREDO CARLOS et al, 1993).

## 2 Tratamento biológico

A compostagem é, segundo Mota (2000) o processo biológico de decomposição da matéria orgânica contida em restos de origem animal e vegetal. Este processo tem como resultado final um produto que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características, sem ocasionar riscos ao meio ambiente.

Na figura 2 é apresentada uma unidade de compostagem.



**Figura 2 – Unidade de compostagem de Belo Horizonte.**  
**Fonte: Prefeitura de Belo Horizonte, 2008**

A compostagem pode acontecer na presença (aeróbia) ou na ausência (anaeróbia) de oxigênio. Para o tratamento de lixo, é comum se usar o processo aeróbio devido à facilidade técnica, facilidade na obtenção de oxigênio (ar) e baixos custos (PEREIRA NETO, 1996).

## 3 Aterros comuns ou vazadouros

É o tipo de aterro caracterizado pela simples descarga de resíduos sólidos sem qualquer tratamento, também denominados lixão, lixeiras, vazadouros etc. Este método de disposição é o mais prejudicial ao homem e ao meio ambiente; todavia ainda é o mais usado no Brasil e nos países em desenvolvimento.

## 4 Aterro controlado

O aterro controlado é uma maneira técnica e simples de se aterrar os resíduos é uma variável da prática anterior em que o lixo recebe uma cobertura diária de material inerte. Esta cobertura diária, entretanto, é realizada de forma aleatória não resolvendo satisfatoriamente os problemas de poluição gerados pelo lixo, uma vez que os mecanismos de formação de líquidos e gases não são levados a termo (LIMA, 2005).



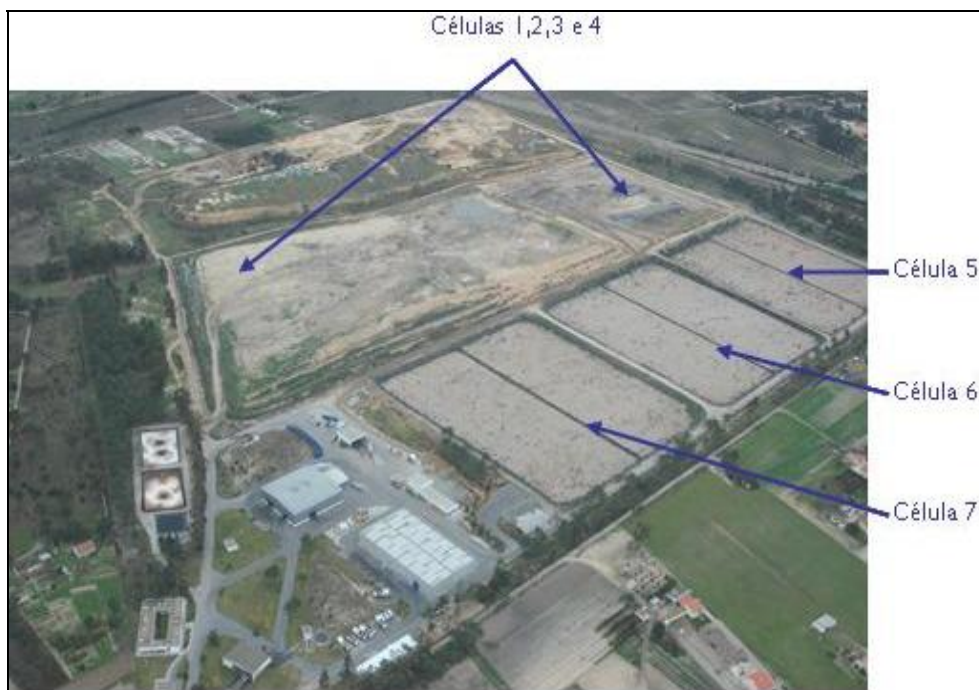
O aterro controlado é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho, diminuindo os impactos ambientais (IPT/CEMPRE, 2000).

Esta forma de disposição produz, em geral, poluição localizada, pois similarmente ao aterro sanitário, a extensão da área de disposição é minimizada. Porém, geralmente não dispõem de impermeabilização de base (comprometendo a qualidade das águas subterrâneas), nem sistemas de coletas e tratamento de chorume ou de dispersão dos gases gerados (LIMA, 2001).

## 5 Aterro sanitário

Aterro sanitário é o método mais correto e mais viável financeiramente, segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1992), na NBR 8419/1992 Aterro Sanitário é a técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos a saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário.

Na figura 3 é mostrado um aterro sanitário.



**Figura 3 – Aterro sanitário de Palmela - Pt**  
**Fonte: AMARSUL, 2008.**

O aterro sanitário é uma forma de disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo, considerando critérios de engenharia e norma operacionais específicas, proporcionando o confinamento seguro dos resíduos (normalmente, recobrindo com argila selecionada e compactada em níveis satisfatórios), evitando os danos ou riscos à saúde pública e minimizando os impactos ambientais. Os critérios de engenharia mencionados materializam-se no projeto de sistemas de drenagem periférica e superficial para afastamento de águas de chuva, de drenagem de fundo para a coleta do lixiviado, de tratamento para o lixiviado drenado e de drenagem e queima dos gases gerados durante o processo de bioestabilização da matéria orgânica. É, sem dúvida, uma interessante alternativa de disposição final de resíduos sólidos para os países em desenvolvimento, como o Brasil.

Os aterros também servem para recuperar áreas deterioradas, tais como: pedreiras abandonadas, grotas, escavações oriundas de extração de argila e areia e regiões alagadiças (Mota, 2000). Na figura 4 observa-se um sistema de tratamento de chorume.



**Figura 4 – Tratamento de chorume.**  
**Fonte: Espaço Ecológico no Ar, 2008**

O chorume, também chamado sumeiro ou purina é um líquido produzido pela decomposição de substâncias orgânicas contidas nos resíduos sólidos, que tem como característica a cor escura, o mau cheiro e o elevado nível de contaminação, muitas vezes indicado pela Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), presença de metais pesados etc. O percolato é definido como o líquido que passa através de um meio poroso.

No caso de aterros de resíduos, ou percolato é formado pela mistura de águas de infiltração com chorume e pode migrar superficialmente para as águas de superfície situadas em costas inferiores e/ou infiltrar-se no solo acabando por contaminar o subsolo e as águas subterrâneas de menor profundidades, que são utilizadas através de poços rasos por populações pobres que vivem na periferia dos grandes centros urbanos (SCHALCH, 1984).

A caracterização física dos RSU é decisiva para a seleção e dimensionamento do tipo de tratamento e destinação final. Como exemplo pode-se citar que grande percentual de matéria orgânica compostável (MOC) indica a estação de tratamento como uma unidade de compostagem, enquanto grande percentual de material seco recomenda que a estação de tratamento seja do tipo usina de incineração ou outro.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A revisão da literatura consistiu em conceituar e classificar os resíduos sólidos quanto à sua origem, além de mostrar os tipos de tratamento e de disposição final, existente para os resíduos.

O processo de compostagem é um tipo de tratamento de resíduos, que segundo Mota (2000) é o processo biológico de decomposição da matéria orgânica contida em restos de origem animal e vegetal. Este processo tem como resultado final um produto que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características, sem ocasionar riscos ao meio ambiente.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho constou das seguintes etapas:



## ETAPA 1: CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NA CIDADE UNIVERSITÁRIA PROF. JOSÉ DA SILVEIRA NETO

Para determinar a gravimetria dos resíduos sólidos gerados na Cidade Universitária Prof. José da Silveira Neto, foram amostrados dez contêineres, o que representa 43,48% do universo estudado, sendo que os resíduos foram classificados em papel/papelão, plástico, matéria orgânica e outros. Para obter a gravimetria tornou-se necessário à utilização dos seguintes equipamentos: uma balança, uma lona plástica e quatro baldes de 100 litros.

## ETAPA 2: DIMENSIONAMENTO DA ÁREA DE TRANSBORDO, TRIAGEM E DA UNIDADE DE COMPOSTAGEM

Com a gravimetria dos resíduos sólidos gerados na Cidade Universitária Prof. José da Silveira Neto, foi possível calcular algumas variáveis necessárias para o dimensionamento da área de transbordo, triagem e da unidade de compostagem, como a quantidade de lixo produzido por dia, per capita e entre outros.

## RESULTADOS

A tabela 1 apresenta o resumo dos dados apurados nesta pesquisa.

Tabela 1 - Resumo da pesquisa

PARÂMETROS	VALOR
PER CAPTA / DIA (KG)	0,12
PESO ESPECÍFICO APARENTE ÚMIDO (kg/m³)	47,96
PLÁSTICO (%)	18,92
PAPEL E PAPELÃO (%)	19,56
MATÉRIA ORGÂNICA COMPOSTÁVEL (%)	50,60
OUTROS (%)	10,92
PESO TOTAL (Kg)	3.896,15
VOLUME TOTAL (m³)	80,20

Com os dados obtidos, projeta-se uma unidade de compostagem para a fração orgânica, representando assim, uma solução de tratamento de parte dos resíduos gerados dentro da UFPA. Será dimensionada uma unidade para um período de projeto de cinco anos. Sabe-se que a população da UFPA no ano 2002 era de 25.843 pessoas e no ano de 2007 foi de 32.046 pessoas. Projetando-se a população para 2012 através do método geométrico obteve-se um valor de 39.733 pessoas.

1- Cálculo do per capita:

$$q = \frac{\text{Peso}}{\text{População}} \quad q = \frac{3896,15}{32046} \quad q = 0,12 \text{ Kg / Hab.dia}$$

2- Cálculo da quantidade de resíduos sólidos produzidos no ano de 2012: Admitindo-se que o per capita não varie:

$$P = \text{População} \times q \quad P = 39733 \times 0,12 \quad P = 4768 \text{ Kg}$$

3- Cálculo da quantidade de matéria orgânica compostável no ano de 2012 (Pmoc), admitindo-se que a quantidade de matéria orgânica produzida é 100% compostável:

$$P_{moc} = 4768 \times 0,506 \quad P_{moc} = 2413 \text{ Kg / dia}$$





## 4- Cálculo das dimensões da leira de compostagem:

A norma recomenda que a leira do composto deve ter a largura entre 2 a 4,5 m e altura até 1,7 m, então, adotar-se-á uma leira de 1,4 m de altura e 3,5 m de largura (área da seção transversal).

$$As = \frac{(b \times h)}{2} \qquad As = \frac{(3,5 \times 1,4)}{2} \qquad As = 2,45 m^2$$

## 5- Cálculo do volume da leira de compostagem (V):

$$V = \frac{P}{P_{\text{específico}}} \qquad V = \frac{2413}{125,98} \qquad V = 19,15 m^3$$

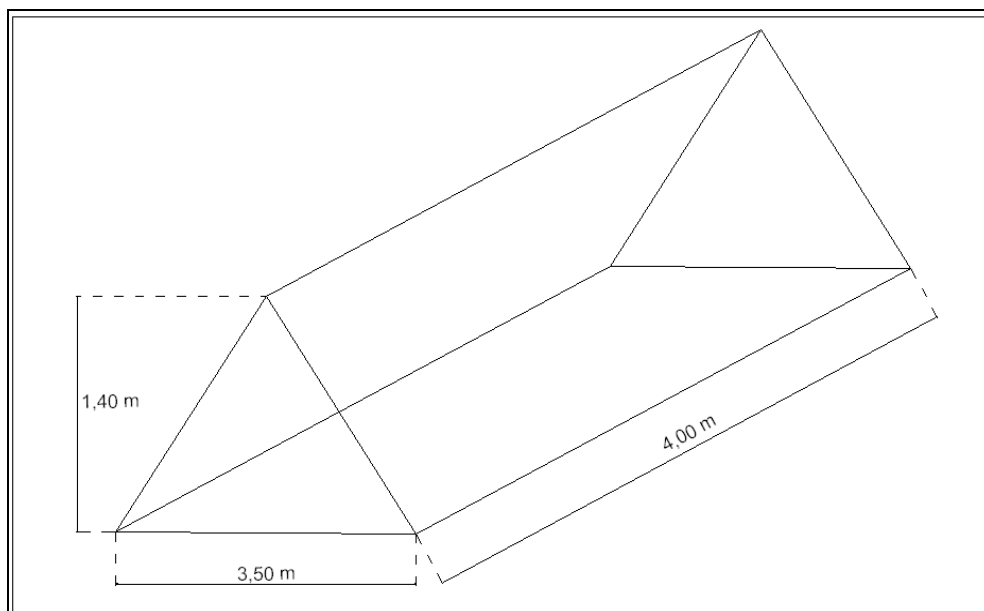
## 6- Cálculo do comprimento da leira (L):

$$L = \frac{V}{As} \qquad L = \frac{19,20}{2,45} \qquad L = 7,8 m$$

Utilizando-se o volume de 19,20 m<sup>3</sup> a leira apresentaria um comprimento de 7,8 m, um valor elevado para fazer o monitoramento e estabelecer as condições necessárias a uma boa compostagem. Assim optou-se em utilizar duas leiras, por isso o volume utilizado para o cálculo do comprimento da leira foi dividido por dois (V1 = 9,6 m<sup>3</sup>).

$$L = \frac{9,6}{2,45} \qquad L = 4 m$$

A forma e dimensões da leira são mostradas na figura 5:



**Figura 5 – Dimensões da leira.**

## 7- Cálculo da área da base da leira (Sb):

$$Sb = b \times L \qquad Sb = 3,5 \times 4 \qquad Sb = 14 m^2$$



8- Cálculo da área de folga para o reviramento ( $S_f$ ):

$$S_f = S_b \quad S_f = 14m^2$$

9- Cálculo da área ocupada pela leira ( $S_o$ ):

$$S_o = S_b + S_f \quad S_o = 14 + 14 \quad S_o = 28m^2$$

Esta área ( $S_o = 28 m^2$ ) é para uma leira, mas por dia serão montadas duas leiras, assim o valor de  $S_o$  é igual a  $56 m^2$ .

10- Cálculo da área útil do pátio ( $S_u$ ):

Optou-se em utilizar o tempo de compostagem de 100 dias (fase ativa + fase de maturação), devido a possível presença da bactéria estreptococos no composto. Essa bactéria demonstrou ser resistente às condições de temperatura e umidade da leira por aproximadamente 96 dias.

$$S_u = S_o \times n^\circ \text{ de dias} \quad S_u = 56 \times 100 \quad S_u = 5600m^2$$

11- Cálculo da área total do pátio ( $S_t$ ):

$$S_t = S_u + S_{\text{circulação e estacionamento}}$$

$$S_t = 5600 + 10\% S_u \quad S_t = 5600 + 560 \quad S_t = 6160m^2$$

12- Cálculo da área total da usina ( $S_{usina}$ ):

$$S_{usina} = S_t + S_{\text{depósito}} + S_{\text{escritório}} + S_{\text{recicláveis}} + S_{\text{recepção/triagem}}$$

$$S_{\text{depósito}} = 50 m^2 \quad S_{\text{escritório}} = 100 m^2 \quad S_{\text{recicláveis}} = 1\% \times S_t \quad S_{\text{recepção/triagem}} = 100 m^2$$

$$S_{usina} = 6160 + 50 + 100 + (0,01 \times 6160) + 100$$

$$S_{usina} = 6472m^2$$

13- Cálculo do pátio da área coberta ( $S_{30}$ ):

$$S_{30} = \frac{6160 \times 30}{100} \quad S_{30} = 1848m^2$$

O local proposto para locação da área de transbordo e triagem, acoplado com unidade de compostagem, está localizado no Campus III (Setor de Educação Física). A figura 2 mostra a localização em planta do depósito, escritório, área de recicláveis, área de recepção/triagem, o pátio de compostagem coberta e a descoberta.



Figura 6 – Layout da área de transbordo e triagem, acoplado por uma unidade de compostagem.

## CONCLUSÕES

Não se pode fugir a realidade da problemática dos resíduos sólidos urbanos: o que fazer com os resíduos sólidos produzidos pela população? Neste momento, este trabalho vem demonstrar que a compostagem é uma solução viável para a UFPA.

A UFPA apresenta uma produção elevada de resíduos, esta produção se dá em razão do grande número de pessoas que frequenta suas dependências. Dentre os resíduos gerados temos como maior parcela a presença da matéria orgânica. Essa produção se dá face ao grande número de serviços de alimentação disseminado pelo campus. Com relação aos outros resíduos gerados temos a presença de papel/papelão, plásticos, matéria de podagem e restos de construção civil devido a UFPA estar passando por grandes reformas e ampliações.

O processo de compostagem trará como resultados a prevenção do surgimento de focos e disseminação de doenças por vetores, o controle da poluição e o fator econômico para a universidade, uma vez que essa matéria orgânica vai ser coletada e tratada pela própria universidade deixando assim de ter custos com este serviço e o fato de a compostagem ser um processo de tratamento e, portanto deve gerar, como produto final, um material estabilizado e seguro para uso nos mais diversos fins na própria universidade (serviços de jardinagem, recuperação das áreas erosão as margens do campus, etc).

É importante ressaltar que a eficiência dos programas e projetos propostos depende fundamentalmente de apoio de um Programa de Educação Ambiental permanente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARLOS, Alfredo et al **Resíduos Sólidos Industriais**. São Paulo. Editora CETESB. 1993.
2. AMARSUL – **Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos S.A.** Disponível em < <http://www.amarsul.pt/artigo.aspx>>. Acesso em 25 de maio de 2008.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004. 71p.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419**: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1992. 7p.



5. ESPAÇO Ecológico no Ar. Disponível em <  
[http://www.espacoecologicoanoar.com.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=5016&Itemid=59](http://www.espacoecologicoanoar.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=5016&Itemid=59)>.  
Acesso em 25 de maio de 2008.
6. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico** – PNSB 2000. Rio de Janeiro: IBGE: Departamento de Estatística e Indicadores Sociais, 2002, 397p.
7. INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA / COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.
8. LIMA, José Dantas de. **Sistemas Integrados de Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos**. Paraíba: ABES, 2005.
9. LIMA, Luis Mário Queiroz. **Lixo – Tratamento e Biorremediação**. Hemus Editora Ltda. São Paulo. 2001.
10. LUFTECH Soluções Ambientais. Disponível em < <http://www.luftech.com.br/arquivos/incinerador.htm>>.  
Acesso em 17 de maio de 2008.
11. MANTELL, C. L. **Solid Wastes: Origin Collection Processing and Disposal**. New York: John Wiley & Sons, 1975.
12. MOTA, Suetônio. **Introdução a Engenharia Ambiental**. 2ª ed. aum. Rio de Janeiro: ABES, 2000.
13. PEREIRA NETO, João Tinoco. **Manual de Compostagem**: Processo de baixo custo. Belo Horizonte. UNICEF. 1996.
14. PREFEITURA de Belo Horizonte. Disponível em <<http://www.pbh.gov.br/bhrecicla/organicos.Htm>>.  
Acesso em 25 de maio de 2008.
15. SCHALCH, V. **Produção e característica do chorume em processo de decomposição de lixo urbano**. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1984.